Aus der Medizinischen Poliklinik der Universität Würzburg
Vorstand: Professor Dr. Hoff

# Experimentelle Beiträge zur Wirkung von Teilbädern auf die periphere Zirkulation

*

Inaugural-Dissertation

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät der
Bayerischen Julius-Maximilians-Universität Würzburg zur Erlangung
der Medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Alfred Ibel
aus Würzburg

1937
Buchdruckerei Fritz & Rappert, Ochsenfurt am Main

Referent: Professor Dr. HOFF

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät

Die Hydrotherapie erfreut sich in Ärzte- und Laienkreisen außerordentlicher Beliebtheit. Priesnitz-Umschläge und Brustwickel zählen zu den ältesten Hausmitteln. Schon den Kulturvölkern des Altertums bekannt, gelangte die Hydrotherapie auch in Deutschland im Mittelalter zu weitester Verbreitung, wurde aber in ihrer Entwicklung durch den Dreißigjährigen Krieg fast völlig gehemmt. Sie wurde erst wieder aufgegriffen, als der schlesische Arzt JOHANN SIEGMUND HAHN erneut auf diese Form der Therapie aufmerksam machte. Nach ihm waren es besonders PRIESNITZ und Pfarrer KNEIPP, die sich mit diesem Problem beschäftigten und die der Hydrotherapie wohl die Volkstümlichkeit verliehen, die sie auch heute noch besitzt. Im Gegensatz zu diesen Männern, die das Hauptgewicht auf kalte Prozeduren legten, wandte SCHWENINGER wieder die im Mittelalter üblichen in der Temperatur ansteigenden heißen Teilbäder an. WINTERNITZ, der 1865 in Kaltenleutgeben bei Wien eine Wasserheilanstalt gründete, versuchte wohl als Erster die Wirkungen der bis jetzt rein gefühlsmäßig angewandten Wasserprozeduren wissenschaftlich zu erforschen, um so einen gesetzmäßigen Ablauf des Geschehens bei physikalischen Anwendungen voraussagen zu können. In neuerer Zeit ist durch die Arbeiten von MATTHES, O. MÜLLER und HAUFFE, um einige Autoren zu nennen, in der Erklärung der Wirkungsweise hydriatischer Reize mancher Schritt vorwärts getan worden. Andererseits aber wurde durch die Untersuchungen der letzten Jahre vieles umgestoßen, was vordem als geklärt und gesichert galt.

Beim Durchblättern einiger neuerer Lehrbücher der inneren Medizin und der Hydrotherapie zeigt sich das Anwendungsgebiet hydrotherapeutischer Maßnahmen in seiner ganzen Breite.

So werden Kaltanwendungen bei den heterogensten Krankheiten empfohlen: Kalte Sitz- und Halbbäder bei Tabes dorsalis (STRASSER, DOMARUS), Kälteapplikationen bei Polyneuritis (DOMARUS), Appendicitis, akuter Peritonitis (STRASBURGER), Teilwaschungen von $20^0$ sowie Begießungen und Eintauchen in Wasser bis zu $7^0$ bei Lungentuberkulose (BREHNER und DETTWEILER, ABERG). Das gleiche gilt von den Wärmeanwendungen: Heiße Teilbäder werden empfohlen bei Angina pectoris (STRASSER), essentieller Hypertonie, Hämorrhoiden, Neuralgien und Migräne (DOMARUS).

Die Domäne der Hydrotherapie aber scheinen die akuten Infektionskrankheiten zu sein. Abkühlungsbäder, kalte Übergießungen und Wickel werden angewandt bei Masern, Pocken (ROLLY) Bronchopneumonie

(ROLLY, SCHOTTMÜLLER, JOCHMANN), Pneumonie (KRAUSE und GARRÈ, STRASBURGER). DOMARUS sah Gutes von warmen Bädern bei Tetanus und Meningitis, empfiehlt warme Dauerbäder bei Pocken, sowie Schwitzprozeduren und heiße Packungen bei Bronchitis.

Die Hydrotherapie findet somit eine sehr vielseitige Verwendung. Um so mehr befremdet das fast völlige Versagen auch der Lehrbücher der Hydrotherapie, wenn man sich über die theoretischen Grundlagen der Wasseranwendungen zu informieren sucht. Der Eindruck, daß die Balneophysiologie des Ausbaues bedarf, wird gestärkt durch die sich widersprechenden Empfehlungen von Warm- und Kaltapplikationen. Zwar herrscht bei der Behandlung von Herzklappenfehlern insofern Einigkeit, als alle Autoren bis auf HAUFFE Kälteapplikationen empfehlen. Das andere große Anwendungsgebiet der Hydrotherapie, nämlich die Infektionskrankheiten, zeigt hinsichtlich der Empfehlung von Wärme und Kälte zahlreiche Widersprüche. So wendet man bei Scharlach sowohl lauwarme (ROLLY) und warme (STRASSER) Bäder, wie auch Abkühlungsbäder (JOCHMANN) an. Ferner finden sich Autoren, die für warme Bäder sprechen bei Typhus (RIESS, NEUSSER), Gelenkrheumatismus (WINTERNITZ und MACHAL, DOMARUS, HEGLER, STRASSER) und Genickstarre (ALBRECHT). Im Gegensatz zu ihnen verwenden SCHOTTMÜLLER, DOMARUS und BRUGSCH bei Typhus kalte Bäder, Abkühlungsbäder, kalte Packungen und kalte Nackengüsse, STRASSER kalte Bäder und Umschläge, WINTERNITZ kalte Berieselungen bei Gelenkrheumatismus, JOCHMANN kalte Wickelungen bei Genickstarre. Weiterhin spricht z. B. MASSINI bei der Behandlung der Pneumonie von Packungen und Vollbädern, ohne eine Temperatur anzugeben, DOMARUS bei Organneurosen, Basedow und multipler Sklerose von „milder Hydrotherapie" schlechthin. STRASSER wendet bei Ischias sowohl Kältebehandlung, wie auch Schwitzprozeduren, DOMARUS bei Angina heiße Halswickel und Eiskrawatte an.

Unter diesen Umständen erhebt sich die Frage, ob der angewendeten Temperatur bei hydrotherapeutischen Maßnahmen überhaupt eine Bedeutung beizumessen ist, oder ob sich die erfahrungsmäßig festgestellte günstige Wirkung lediglich aus der Wasseranwendung ergibt.

Überblickt man die Ergebnisse der experimentellen Hydrotherapie und Balneologie in den letzten Jahrzehnten, so ergeben sich hinsichtlich der Kälte und Wärmeapplikationen meist geradezu entgegengesetzte Effekte.

O. MÜLLER fand bei Bädern unter 33° in der Regel Blutdrucksteigerung, bei Bädern bis 40° nach kurzer Steigerung ein Absinken des Blutdrucks. BORNSTEIN beobachtete in warmen Bädern von 38° bis 39° eine starke Zunahme des Minutenvolumens und eine Steigerung der Pulsfrequenz, in kalten Bädern eine Senkung dieser beiden Größen. Die Herzgröße (BECH und DOHAN) soll nach orthodiagraphischen Untersuchungen im kühlen Bad eine Zunahme, im warmen dagegen eine Abnahme zeigen. HAUFFE sah bei warmen Bädern eine Erweiterung der peripheren Gefäße und eine Beschleunigung des Blutumlaufs. Kalte Bäder haben nach dem-

selben Autor eine Verengerung der Gefäße und eine Verzögerung des Blutumlaufs zur Folge.

Tiefgreifend ist der Einfluß von Wärme und Kälte auf den Blutgasgehalt. Die ersten Beobachtungen hierüber machte ROBERT MAYER. Er sah, daß bei Aderlässen in der Hitze der Tropen ein Blut von arterieller Färbung fließt. BIER, FREUND sowie andere Autoren fanden nach lokaler oder allgemeiner Wärmeanwendung im venösen Blut eine bedeutende Vermehrung des $O_2$- und eine Verminderung des $CO_2$-Gehaltes. Bei Kälteanwendungen war das Verhalten gerade entgegengesetzt.

Aber auch in der chemischen Zusammensetzung des Blutes finden antagonistische Veränderungen statt. So kommt es nach STRASSER und KUTHY im warmen Bad zu einem Sinken der Blutalkaleszenz, im kalten zu einem Ansteigen derselben. Der Blutzucker sinkt nach MESSERLE bei Wärmeprozeduren, Viskosität und Eiweißgehalt nehmen nach STAHL und BAHN ab, bei Kaltanwendungen hingegen soll es zu einem Steigen des Blutzuckers, sowie zu einer Erhöhung von Viskosität und Eiweißgehalt kommen. Die Senkungsgeschwindigkeit ist nach einem heißen Bad um rund 10% erhöht, nach einem kalten um 10% herabgesetzt (SCHAUDIG).

Die Anwendung von Kälte und Wärme wirkt auch auf das vegetative Nervensystem in mancher Hinsicht entgegengesetzt. So kam STAHL zu der Auffassung, daß warme Bäder häufig Reaktionen erkennen lassen, die auf eine allgemeine Steigerung des parasympathischen Tonus hindeuten, während kalte Bäder sympathikotonische Wirkungen zeitigen. FREUDE und RUHMANN konnten eine antagonistische Beeinflussung der Magenbewegung durch Wärme- und Kältereize vor dem Röntgenschirm feststellen. Dem lokalen äußeren Kältereiz entspricht auch hier ein sympathisch betonter, dem Wärmereiz ein mehr parasympathisch beherrschter Zustand. E. F. MÜLLER konnte zeigen, daß allgemeine wie örtliche Wärmeapplikationen eine Abnahme der Magensaft- und der Duodenalsaft- bezw. Gallensekretion bewirken und daß damit auch eine qualitative Veränderung der Verdauungssäfte einhergeht. Umgekehrt bewirkt örtliche oder allgemeine Kälte eine Zunahme der Sekretion.

Die Harnmenge vermehrt sich unter Absinken des spezifischen Gewichtes bei Kälteeinwirkung, um bei Wärmeanwendung abzunehmen, während das spezifische Gewicht ansteigt (LAMBERT).

Die Quaddelbildung nach intracutaner Injektion von Adrenalin wird durch kalte Bäder herabgesetzt, durch kurzdauernde warme Bäder verstärkt (STAHL und SCHMEGG). In diesem Zusammenhang sind die Versuche von HOFF zu erwähnen, der nach kalten Bädern eine Verlängerung, nach heißen eine Verkürzung der dermographischen Latenzzeit beobachtete und nachwies, daß nach heißen Bädern entnommenes Blutserum bei intracutaner Injektion auffallend kleine Hautquaddeln, nach kalten Bädern auffallend große Hautquaddeln auslöste.

Die Chronaxie der sensiblen Hautnerven und der motorischen Nerven der unter der Haut liegenden Muskeln ist nach BORNSTEIN und BUDELMANN im heißen Bad ausgesprochen verlängert, im kalten dagegen verkürzt.

Die Anwendung von Kalt- und Warmprozeduren scheint unter Berücksichtigung dieses vielfach festgestellten Antagonismus durchaus nicht gleichgültig zu sein. Wie aber ist angesichts derartiger Ergebnisse auf dem experimentellen Gebiet die in der Literatur herrschende Gleichgültigkeit hinsichtlich der Temperaturanwendungen zu erklären?

Ein neuer Gesichtspunkt, der vielleicht imstande ist, diese Frage zu klären, ergab sich aus der kürzlich erschienenen Arbeit von GÄRTNER auf Anregung von NOTHHAAS. Er beschäftigt sich lediglich mit der Wirkung reiner Wasseranwendungen. Ursprünglich wollte GÄRTNER nur die Gültigkeit der für die Anwendung der Hydrotherapie allgemein anerkannten Regeln nachprüfen.

Es handelt sich dabei hauptsächlich um folgende drei:

1. O. MÜLLER stellte das Gesetz der konsensuellen Reaktion auf, welches besagt, daß die differenten Temperaturen nicht nur lokale Veränderungen der Gefäße des betroffenen Gebietes, sondern auch Fernwirkungen zufolge haben, d. h. die Blutfüllung der Körperoberfläche, auch wenn sie nur von einem Teil derselben aus beeinflußt wird, reagiert stets einheitlich als ein Ganzes. Kälte wirkt vermindernd, Wärme vermehrend auf die Blutfüllung der Peripherie.
2. Die unter dem Namen Dastre-Moratsches Gesetz bekannte Regel drückt aus, daß antagonistisch gekoppelte Verteilungen der Blutmassen vorhanden sind, wobei das Gefäßgebiet des Splanchnicus hinsichtlich seiner Blutfüllung dem der Peripherie entgegengesetzt reagiert. Unter Peripherie verstand man anfangs Haut und quergestreifte Muskulatur, während man zum Splanchnicusgebiet den Darmtraktus mit den großen Drüsen rechnete. Bald aber stellte sich heraus, daß diese Regel nicht allgemein gültig war, indem eine gleichsinnig verlaufende Reaktion von Hautgefäßen und derjenigen der Niere, Milz und Gehirn festgestellt wurde.
3. Der dritte Satz, den GÄRTNER seinen Versuchen zugrunde legte, ist der praktischen Erfahrung entsprungen und will besagen, daß mit der Größe der Angriffsfläche der hydrotherapeutischen Maßnahmen der Erfolg derselben ansteigt. Dieser Satz entbehrt jeder experimentellen Grundlage und scheint lediglich aus der Beobachtung hervorgegangen zu sein, daß Kreislaufgeschädigte Vollbäder schlechter vertragen als Teilbäder.

Die Resultate der Untersuchungen GÄRTNERS entsprachen aber keineswegs den Erwartungen, die man auf Grund der angeführten Regeln hegen konnte. Zunächst schien keinerlei Zusammenhang zwischen Reaktionsgröße einerseits und Größe der behandelten Hautpartie oder der Differenz zwischen der Hauttemperatur und der des angewendeten Wassers andererseits zu bestehen. So zeigte sich in den acht Fällen, in welchen je ein Versuch mit einem Hand- und Armbad derselben Temperatur (10°) an der gleichen Versuchsperson ausgeführt worden war, dreimal nach dem Handbad ein stärkerer Effekt als nach dem Armbad. In einem Falle hatten Hand- und

Armbad etwa dieselbe Wirkung. Aus einer Gegenüberstellung der Versuche mit Handbädern von 20° und von 10° ergab sich einmal bei einer Wassertemperatur von 10° eine stärkere Wärmeeinsparung, in zwei anderen bei 20°. Handbäder von 30° hatten trotz der dem Indifferenzpunkt naheliegenden Temperatur meist ebenfalls eine deutliche Wärmeeinsparung zur Folge. Sie war in vier von fünf Untersuchungen, wie zu erwarten stand, wesentlich geringer als bei den Handbädern von 10°. Eine weitere Versuchsperson reagierte auf beide Reize annähernd gleich stark. Auf Grund dieser unregelmäßigen Ergebnisse ließen sich zunächst keine allgemein gültigen Regeln ableiten. Erst die Betrachtung der Resultate von einem völlig neuen Gesichtspunkt aus ließ Gesetzmäßigkeiten erkennen.

Die Tatsache, daß NOTHHAAS in früheren Untersuchungen bei Patienten mit Ulcus pepticum und Asthma bronchiale eine wesentlich unter dem normalen Durchschnittswert liegende Größe für die Wärmeabgabe der Hand schon vor der Reizsetzung vergesellschaftet fand mit einer wesentlichen Herabsetzung der peripheren Gefäßreaktion, veranlaßte diesen Autor die Frage aufzuwerfen, ob nicht die geringere Reizwirkung ihre Ursache in einer geringeren Durchblutung der Peripherie haben könnte. NOTHHAAS sprach daher die Vermutung aus, daß man die Wirkung verschiedener Hautreize vielleicht nur dann vergleichen könne, wenn die vorherige Durchblutungseinstellung die gleiche ist. Um für diese letztere vergleichbare Werte zu bekommen und um von der Größe der rechten Hand und ihrer Eintauchtiefe unabhängig zu werden, berechnete NOTHHAAS den Temperaturanstieg des Kalorimeterwassers pro 100 ccm Gewebe. Diese neue Größe nannte er „primäre Durchblutungseinstellung". Mit diesem Vergleichswert konnte nun GÄRTNER gewisse Gesetzmäßigkeiten aus seinen Versuchen herauslesen. Es zeigte sich, daß sich die oben genannten Widersprüche bis einige wenige behoben, wenn er die Versuchsergebnisse so anordnete, daß immer nur an derselben Versuchsperson bei gleicher Durchblutungseinstellung vorgenommene Versuche miteinander verglichen wurden. Unter diesen Umständen ergab sich, daß fast ausnahmslos dort die stärkere Wirkung erkennbar war, wo entweder die größere Angriffsfläche oder die vom Indifferenzpunkt stärker abweichende Temperatur angewendet worden war. Es hatte sich also gezeigt, daß die vor der Applikation des Badereizes bestehende Durchblutungseinstellung maßgebend ist für den Ausfall der Reaktion und daß die Wirkungen zweier verschiedener Badereize nur dann vergleichbar sind, wenn die letzteren der Versuchsperson bei gleich starker primärer Durchblutung appliziert wurden.

Da sich die Untersuchungen GÄRTNERS lediglich auf Teilbäder einer Temperatur unterhalb des Indifferenzpunktes bezogen, stellten wir uns die Aufgabe, nachzuprüfen, ob die gleichen oder ähnlichen Gesetze auch gültig sind für Wasserapplikationen, deren Temperatur über dem Indifferenzpunkt liegt. Es sollten daher in unseren Untersuchungen unter Berücksichtigung der Resultate GÄRTNERS die Wirkungen von Hand- und Armbädern einer Temperatur von 40° verglichen werden mit jenen von Teil-

bädern gleicher Ausdehnung, deren Temperatur jedoch in der Nähe des Indifferenzpunktes liegt. Wir gingen dabei so vor, daß wir die Teilbäder an der linken, oberen Extremität applizierten und dabei die Veränderung der peripheren Durchblutung an der rechten Hand beobachteten. Zur Anwendung kamen Handbäder einer Temperatur von 30° und 40°, sowie Armbäder von 40°. Als Versuchspersonen dienten gesunde Männer im Alter von 18 bis 28 Jahren.

In der vorliegenden Arbeit werden die Wirkungen zweier verschiedener Teilbäder nur dann miteinander verglichen, wenn sie beide an der gleichen Versuchsperson beobachtet wurden. Außerdem war die primäre Durchblutungseinstellung für die Zulassung zweier Versuchsergebnisse zum Vergleich grundsätzlich maßgebend. Hierüber wird später noch zu berichten sein.

Aus früheren Untersuchungen von NOTHHAAS ist bekannt, daß nicht alle Menschen in derselben Weise auf Hautreize reagieren. So sprechen an Ulcus pepticum und Asthma bronchiale Erkrankte auf Intracutanquaddeln hinsichtlich der Veränderung der Durchblutung der Peripherie anders an als Gesunde. Während die letzteren ausnahmslos als Reizantwort eine Wärmeeinsparung von 25%, ja von 50—60% aufwiesen, lag sie bei den genannten Patienten unter 25%. In etwa der Hälfte der Fälle ergab sich sogar eine vermehrte Wärmeabgabe. Wir fügten daher bei jeder Versuchsperson vor Beginn der eigentlichen Versuchsreihe einen Vorversuch ein, in welchem wir die Gefäßreaktion auf drei intracutane Aolanquaddeln prüften. Diese Vorversuche hatten den Zweck, anormal reagierende Versuchspersonen von vorneherein auszuschalten. Bei unseren Versuchen lagen die Reaktionen auf den Intracutanreiz in 8 Fällen innerhalb der Grenzen der Norm. Bei 2 Versuchspersonen sahen wir von diesen Vorversuchen ab, da sich die eine weigerte und bei der anderen eine Überempfindlichkeit gegen parenterale Eiweißeinverleibung vorhanden war. Frauen wurden wegen des eventuell störend wirkenden Einflusses des Menstruationszyklus nicht zu den Untersuchungen herangezogen. Auch ältere Personen wurden absichtlich nicht als Versuchspersonen verwendet, da die Möglichkeit bestand, daß arteriosklerotische Veränderungen der Gefäße die Ergebnisse hätten beeinträchtigen können. Ferner achteten wir streng darauf, daß 48 Stunden vor dem Versuch kein Alkohol genossen wurde, da bereits geringe Mengen dieses Genußmittels die Funktionsbereitschaft der peripheren Gefäße beeinträchtigen. Jede Art von Medikamenten mußte ferngehalten werden. Während der Versuche, die in einem besonderen Versuchszimmer stattfanden, war der Zutritt Nichtbeteiligten untersagt. Psychische Beeinflussungen jeder Art, auch lebhafte Unterhaltung, mußte unterbleiben.

## Methode.

Wir bedienten uns zur Messung der Wärmeabgabe an der rechten Hand derselben Apparatur wie GÄRTNER. Sie wurde zuerst von STEWART beschrieben, von TAYLOR verbessert und von NOTHHAAS in ihre jetzige

Form gebracht. Es handelte sich im Prinzip um ein nach Art einer Thermosflasche gebautes möglichst wärmedicht abgeschlossenes Gefäß, in das vor jedem Versuch 2½ Liter Wasser einer Temperatur von 30° eingebracht wurden. Die durch die eingetauchte rechte Hand an diese Wassermenge pro Zeiteinheit abgegebene Wärme diente als Maßstab für die Durchblutung. Ein Thermometer, auf dem Centigrad ablesbar waren, zeigte die jeweilige Temperatur des Wassers an. Die Mischung des letzteren wurde durch einen vorgewärmten Luftstrom besorgt. (Nähere Einzelheiten siehe NOTHHAAS, Zeitschrift für experimentelle Medizin, Bd. 97, H. 2.) Durch längeren Aufenthalt der Versuchsperson im Untersuchungszimmer und ein etwa 20 Minuten währendes Vorbereitungsbad der rechten Hand, dessen Temperatur 30° betrug, wurde die periphere Durchblutung auf ein gewisses Gleichgewicht eingestellt. Eine Konstanz hielten wir dann für erreicht, wenn die Temperatur des Kalorimeterwassers in der Zeiteinheit gleichmäßig anstieg. Als solche wurden 10 Minutenperioden eingeführt. Ein Vergleich des Temperaturanstieges des Wassers in gleichen Zeiträumen vor und während der Applikation der Teilbäder gestattete uns einen Schluß auf vermehrte oder verminderte Durchblutung. Da die im Kalorimeter verwendete Wassermenge stets dieselbe war, war es möglich lediglich durch den Vergleich der Temperaturanstiege das prozentuale Verhältnis der vor und während der Bäderwirkung abgegebenen Wärmemengen zu bestimmen. Eine vermehrte Durchblutung bezeichneten wir im Gegensatz zu GÄRTNER als positive Reaktion, eine verminderte als negative.

## Ergebnisse.

Unsere sämtlichen Versuchsergebnisse haben wir in einer Tabelle zusammengefaßt (siehe Seite 12). Aus ihr ist zu ersehen, daß die Wirkungen verschiedener Teilbäder an verschiedenen Versuchspersonen sich nicht vergleichen lassen, auch nicht unter Berücksichtigung der primären Durchblutungeinstellung. Betrachtet man wie GÄRTNER diese in zwei verschiedenen Untersuchungen dann für übereinstimmend, wenn die Differenz 3,0 Einheiten nicht überschreitet, so finden sich z. B. sowohl unter den Versuchen mit Armbädern von 40° wie mit Handbädern gleicher Temperatur, je einer der höchsten und tiefsten Werte gerade bei übereinstimmender Durchblutungsgröße. Es handelt sich bei den Armbädern um die Reaktionen der Versuchspersonen Ga. und Al. (+ 71 und + 22%), bei den Handbädern um jene bei Al. und De. (+ 97 und — 22%).

Vergleicht man die an ein und derselben Versuchsperson gewonnenen Resultate unter sich, so kommt man zu einem wesentlich günstigeren Ergebnis. Dabei ist zu beachten, daß die Rubriken für die verschiedenen angewandten Reize in der Tabelle so angeordnet sind, daß die Zahlen für die prozentuale Änderung der Wärmeabgabe von links nach rechts abnehmen müßten, falls die Wirklichkeit der Theorie entspricht.

Tatsächlich ist dies bis auf eine Ausnahme der Fall. Somit scheinen sich unsere Ergebnisse mit der Theorie wesentlich besser zu decken als

diejenigen GÄRTNER's. Wir führen dies darauf zurück, daß wir uns bereits dessen Erfahrungen zunutze machten, indem wir jeweils die Art des angewandten Badereizes nach der primären Durchblutungseinstellung richteten. Wie aus der Tabelle zu ersehen ist, wurden an jeder Versuchsperson verschiedene Badereize nur dann angewendet, wenn die primären Durchblutungsgrößen übereinstimmten, d. h. wenn sie um nicht mehr als drei Einheiten differierten. Andererseits wurde das Handbad von 40° bei ein und derselben Versuchsperson nur dann wiederholt, wenn eine primäre Durchblutung bestand, die sich um mindestens 3,0 Einheiten von derjenigen des ersten Versuches gleicher Anordnung unterschied.

Die fast völlige Widerspruchslosigkeit unserer Tabelle spricht für die ausschlaggebende Bedeutung der primären Durchblutung.

Noch deutlicher tritt dies bei einer vergleichsmäßigen Zusammenstellung der gefundenen Resultate in Kurvenform zutage, wie sie die Figuren 1, 2 und 3 darstellen.

Der Vergleich der Ergebnisse jener Versuche, in welchen bei gleichbleibender Angriffsfläche und gleicher primärer Durchblutungseinstellung Teilbäder verschiedener Temperatur, nämlich von 30° und 40° verwendet wurden, ergibt die Figur 1. Aus ihr ist zu ersehen, daß die Wirkung der Handbäder von 30° stets als Wärmeeinsparung in Erscheinung trat. Handbäder von 40° hatten in drei Fällen eine Erhöhung der Wärmeabgabe zur Folge. Bei einer Versuchsperson änderte sie sich nicht. In drei weiteren Fällen trat eine Wärmeeinsparung ein, die aber niemals den Grad erreichte, wie bei Handbädern von 30°.

Daß auch Handbäder von 40° eine schlechtere Durchblutung zur Folge haben können, stimmt mit den Beobachtungen HAUFFES überein, der nachwies, daß kalte und warme Teilbäder zu einer anfänglichen Gefäßkontraktion führen können, wenn die Applikation des Reizes rasch vor sich geht.

Figur 2 zeigt eine Zusammenstellung der Effekte von Teilbädern gleicher Temperatur, aber verschiedener Angriffsfläche bei gleicher primärer Durchblutung. Armbäder von 40° bewirkten mit Ausnahme eines Falles stets eine Vermehrung der peripheren Durchblutung. Die Teilbäder mit der kleineren Angriffsfläche fielen ausnahmslos durch eine im Sinne einer geringeren Durchblutungsförderung liegenden Wirkung auf.

In Figur 3 werden die Wirkungen verglichen, die zwei Teilbäder gleicher Temperatur und gleicher Angriffsfläche bei verschieden starker primärer Durchblutung hervorbringen. Es handelt sich um Handbäder von 40°. Wie zu ersehen ist, liegt die Wirkung derselben Maßnahme in sechs von sieben Fällen bei niederer Durchblutungseinstellung in der Richtung einer erhöhten Durchblutung in der Peripherie. In einem Falle reagierte die Versuchsperson im umgekehrten Sinne. Eine schwache periphere Blutfüllung läßt also die Wärmereize besser zur Geltung kommen als eine starke.

Wir konnten also feststellen, daß die Wirkung von Teilbädern einer Temperatur über dem Indifferenzpunkt im allgemeinen im Sinne einer Förderung der peripheren Durchblutung liegt. Es zeigt sich, daß die Wirkungen zweier verschiedener Teilbäder nur dann vergleichbar sind, wenn sie derselben Versuchsperson appliziert werden und zwar bei gleicher Durchblutungseinstellung.

Unter diesen Umständen ergaben sich als die die Intensität der Wirkung bestimmenden Faktoren die Entfernung der Badetemperatur vom Indifferenzpunkt und die Größe der Angriffsfläche. Bis hieher decken sich unsere Ergebnisse in ihren wesentlichen Punkten vollkommen mit den von GÄRTNER festgestellten Wirkungen der Teilbäder einer Temperatur unterhalb des Indifferenzpunktes.

Ein grundsätzlicher Unterschied hat sich aber hinsichtlich der die Teilbäderwirkung beeinflussenden primären Durchblutung ergeben. Während nämlich die Wirkung von Wasseranwendungen unterhalb des Indifferenzpunktes bei hoher primärer Durchblutung stärker ausfällt, als bei niederer, ergab sich für Teilbäder einer Temperatur über dem Indifferenzpunkt das Umgekehrte. Die Erklärung hiefür dürfte darin zu suchen sein, daß ein Gefäß, das sich bereits im Zustand der Erweiterung befindet, weniger auf dilatierende Reize antworten kann, als ein kontrahiertes und umgekehrt.

## Zusammenfassung.

Mittels einer kalorimetrischen Methode wird gezeigt, daß Teilbäder einer Temperatur über dem Indifferenzpunkt teils zu einer Vermehrung der Durchblutung führten, die bei Teilbädern unter dem Indifferenzpunkt nie beobachtet wurde. In den übrigen Fällen, wo eine Wärmeeinsparung eintrat, erreichte sie niemals den Grad, der bei gleichartigen Teilbädern von 30° erzielt wurde.

Teilbäder, die sich hinsichtlich ihrer Temperatur oder Angriffsfläche unterscheiden, sind nur miteinander vergleichbar, wenn sie derselben Versuchsperson appliziert wurden und vor ihrer Anwendung gleiche primäre Durchblutungseinstellung herrschte. Unter diesen Umständen erweist sich die Wirkung der Teilbäder direkt proportional der Größe der vom Badereiz betroffenen Hautfläche. Die im Sinne einer Durchströmungsförderung liegende Wirkung von Teilbädern einer Temperatur über dem Indifferenzpunkt auf die Hautdurchblutung wird durch eine hohe primäre Durchblutungseinstellung verringert, durch eine niedere vermehrt.

---

Herrn Dr. med. habil. NOTHHAAS danke ich für die Anregung zu dieser Arbeit sowie für die Hilfe bei ihrer Durchführung.

# TABELLE

| Name | Armbad 40° | | Handbad 40° | | Handbad 30° | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *Primäre Durchbl.* | *Reaktion* | *Primäre Durchbl* | *Reaktion* | *Primäre Durchbl.* | *Reaktion* |
| Ga | 7,3 E. | + 22% | 5,5 E.<br>8,6 E. | 0%<br>— 16% | 5,9 E. | — 37% |
| Al | 8,8 E. | + 71% | 6,0 E.<br>10,0 E. | + 97%<br>+ 54% | 10,7 E. | — 42% |
| He | 12,6 E. | + 27% | 9,7 E.<br>14,9 E. | + 14%<br>+ 2% | 17,6 E. | — 46% |
| De | 8,9 E. | + 45% | 8,7 E.<br>12,0 E. | — 22%<br>— 5% | 10,8 E. | — 57% |
| Br | 10,5 E. | + 58% | 10,2 E.<br>13,3 E. | + 29%<br>0% | | |
| Eu | 7,5 E. | + 45% | 10,2 E.<br>16,1 E. | + 15%<br>— 5% | | |
| Sch | 15,0 E. | — 5% | 11,1 E.<br>14,6 E. | — 3%<br>— 9% | | |
| Wi | | | 21,1 E. | [illegible] 2% | 22,0 E. | - 3[illegible]% |
| Ko | | | 14,9 E. | — 21% | 12,8 E. | - 32% |
| Si | | | 12,[illegible] E. | - 23% | 12,0 F. | - 39% |

E. = Einheiten (primäre Durchblutungsgröße).

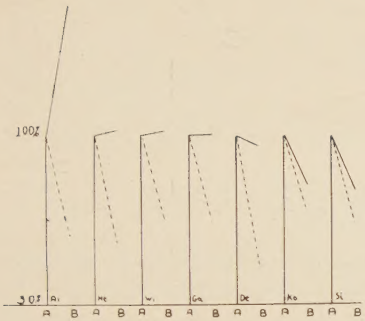


Fig. 1

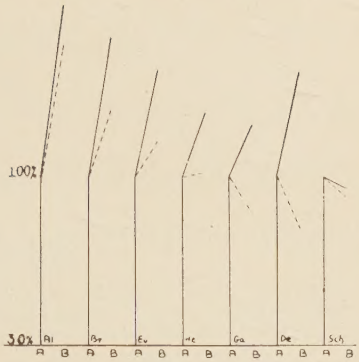


Fig. 2

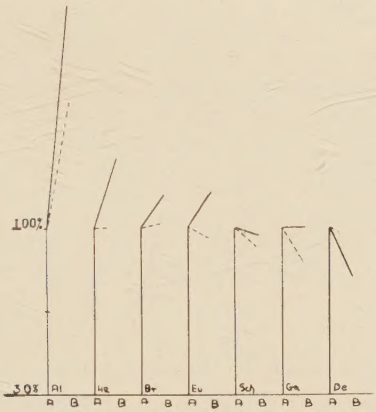


Fig 3

Figur 1

---------- Handbad von 30° } Wirkung bei gleicher primärer
———————— Handbad von 40° } Durchblutung

Figur 2

---------- Armbad von 40° } Wirkung bei gleicher primärer
———————— Handbad von 40° } Durchblutung

Figur 3

Wirkung gleicher Reize (Handbäder von 40°)

---------- bei hoher }
———————— bei niederer } Durchblutungseinstellung

A = Ausgangswert der Durchblutung
B = Wert nach zehn Minuten Badedauer.

# Schrifttum.


1. Aberg: Zitiert nach Strasser: Hydrotherapie. In „Physikalische Therapie", Klinisches Lehrbuch für Studenten und Ärzte, herausgegeben von Grober, Verlag G. Fischer, Jena 1934.
2. Albrecht: Zitiert nach Jochmann: Therapie der Infektionskrankheiten. Handbuch der inneren Medizin, Bd. I, 2. Teil. Springer, Berlin 1926.
3. Bech und Dohan: Über die Veränderung der Herzgröße im kalten und warmen Bad. Münchner Medizinische Wochenschrift 1909, 171.
4. Bornstein: Über den Einfluß von Bädern auf das Minutenvolumen des Herzens. Verhandlungen deutscher Kreislaufforscher 1932, S. 166—171.
5. Bornstein und Budelmann: Einfluß von Bädern auf die Chronaxie sensibler und motorischer Nerven. Zeitschrift für physikal. Therapie, Bd. 40, H. 1 (1930).
6. Bier: Zitiert nach Hoff: Zur Frage der Allgemeinwirkung von therapeutischen Hautreizen. Jahreskurse für ärztliche Fortbildung 1931.
7. Brehner und Dettweiler: Zitiert nach Strasser: Hydrotherapie. In „Physik. Therapie", Klinisches Lehrbuch für Studenten und Ärzte. Verlag G. Fischer, Jena 1934.
8. Brugsch: Lehrbuch der inneren Medizin. Verlag Urban & Schwarzenberg, Wien 1936.
9. Domarus: Grundriß der inneren Medizin. Verlag J. Springer, Berlin 1934.
10. Freude und Ruhmann: Zeitschrift für experimentelle Medizin, Bd. 52, H. 3—4, S. 388.
11. Freund: Über die Beeinflussung der Blutgase durch Bäder. Archiv für Balneologie, Bd. 1, H. 25 (1925).
12. Gärtner: Experimentelle Studien über die Wirkung von Teilbädern auf die periphere Zirkulation. Inaugural-Dissertation 1936.
13. Hauffe: Physiologische Grundlagen der Hydrotherapie. Fischers medizinische Buchhandlung H. Kornfeld, Berlin 1924.
14. Hegler: Der akute Gelenkrheumatismus. Handbuch der inneren Medizin, Bd. 1, 2. Teil. Springer, Berlin 1926.
15. Hoff: Über die Wirkung von Hautreizen und Massage. Münchner Medizinische Wochenschrift 1931, Nr. 8.
16. Hoff: Zur Frage der Allgemeinwirkung von therapeutischen Hautreizen. Jahreskurse für ärztliche Fortbildung 1931.
17. Jochmann: Therapie der Infektionskrankheiten. Handbuch der inneren Medizin, Bd. 1, 2. Teil. Springer, Berlin 1926.

18. KRAUSE und GARRE: Therapie der Krankheiten der Luftwege. Handbuch der inneren Medizin, Bd. I, 2. Teil. Springer, Berlin 1926.
19. LAMBERT: Arch. d. Physiol. 1897, S. 129.
20. MASSINI: Influenze, Grippe. Handbuch der inneren Medizin, Bd. I, 1. Teil. Springer, Berlin 1926.
21. MATTHES: Physiologische Grundlagen der Hydrotherapie. Vortrag, gehalten am 5. Ärztlichen Fortbildungskurs in Karlsbad 1923 (Referat aus der Medizinischen Klinik 1923, Nr. 47).
22. MAYER: Zitiert nach Hoff: Zur Frage der Allgemeinwirkung von therapeutischen Hautreizen. Jahreskurse für ärztliche Fortbildung 31.
23. O. MÜLLER: Über den Einfluß von Bädern und Duschen auf den Blutdruck beim Menschen. Deutsches Archiv klinischer Medizin 1902, Nr. 74.
24. E. F. MÜLLER: Karlsbader ärztliche Vorträge. Bd. 11, S. 225, 1930.
25. MESSERLE: Verhalten des Blutzuckers nach Sol- und Süßwasserbädern. Zeitschr. für physikalische Therapie Bd. 35, H. 57, 1928.
26. NEUSSER: Zitiert nach Strasser: Hydrotherapie. In „Physikalische Therapie". Klinisches Lehrbuch, Verlag G. Fischer, Jena 1934.
27. NOTHHAAS: Über Störungen der peripheren Zirkulation bei Ulcus pepticum und Asthma bronchiale. Zeitschrift für experimentelle Medizin Bd. 97, H. 2, 1935.
28. RIESS: Zitiert nach Strasser: Hydrotherapie. In „Physikalische Therapie". Klinisches Lehrbuch, Verlag G. Fischer, Jena 1934.
29. ROLLY: Akute Exantheme. Handbuch der inneren Medizin Bd. I, 1. Teil. Springer, Berlin 1926.
30. SCHAUDIG: Untersuchungen von Hautreizen und Massage auf den Gesamtorganismus. Zeitschrift für physikalische Therapie Bd. 40, H. 3, 1931.
31. SCHOTTMÜLLER: Die typhösen Erkrankungen. Handbuch der inneren Medizin Bd. I, 2. Teil. Springer, Berlin 1926.
32. R. STAHL: Die Bedeutung der Haut und des vegetativen Nervensystems besonders bei der Bäder- und Reiztherapie. Deutsche Medizinische Wochenschrift 1924, Nr. 35.
33. STAHL und BAHN: Untersuchungen über physiologisch-chemische Veränderungen der Blutflüssigkeit nach warmen und kalten Bädern. Zeitschrift für physikalische Therapie Bd. 29, H. 54, 1925.
34. STAHL und SCHMEGG: Untersuchung über die Beeinflussung der Hautreaktion durch die Bädertherapie. Zeitschrift für physikalische Therapie Bd. 27, H. 50, 1923.
35. STRASBURGER: Einführung in die Hydrotherapie und Thermotherapie. Verlag Fischer, Jena 1909.
36. STRASSER: Hydrotherapie. In „Physikalische Therapie". Klinisches Lehrbuch, Verlag G. Fischer, Jena 1934.
37. STRASSER und KUTHY: Blätter für klinische Hydrotherapie 1896, Nr. 1.
38. TAYLOR: The Blood-flow in man as estimated by the calometric method of Stewart. Journal of Laboratory and Clinical Medicine 7, 439, 1922.
39. WINTERNITZ und MACHAL: Therapie der Krankheiten der Bewegungsorgane. Lehrbuch der Therapie innerer Krankheiten, Verlag G. Fischer, Jena 1911.

# Lebenslauf.

Am 17. April 1912 zu Würzburg als Sohn des Oberpostinspektors *Gustav Ibel* und seiner Ehefrau *Paula,* geb. Seubert, geboren, besuchte ich vom 6. bis 9. Lebensjahre die Volkshauptschule in Würzburg und trat im Mai 1922 in das Realgymnasium Würzburg ein, welches ich am 26. März 1931 absolvierte. Ich wandte mich dem Studium der Medizin zu und verbrachte meine Studienzeit in Würzburg, wo ich im Juli 1933 das Physikum und nach Ablauf des elften Semesters im Jahre 1936 das medizinische Staatsexamen ablegte. Seit 15. November 1936 bin ich an der Medizinischen Poliklinik in Würzburg als Medizinalpraktikant tätig.

---

Ich versichere hiermit ehrenwörtlich, daß ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe unter Benutzung des angegebenen Schrifttums verfaßt habe.

Alfred Ibel.